INJECTION-MOLDED SOFT-MAGNETIC POWDER COMPOSITE MATERIAL AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

Publication number: WO0025326
Publication date: 2000-05-04
Inventor: BRUNNER MARKUS (DE)
Applicant: VACUUMSCHMELZE GMBH (DE); BRUNNER MARKUS (DE)
Classification:
- international: ***B22D11/06; B22F3/02; B22F9/08; C22C38/00; C23C8/10; C23C22/00; H01F1/153; H01F1/33;*** **B22D11/06; B22F3/02; B22F9/08; C22C38/00; C23C8/10; C23C22/00; H01F1/12;** (IPC1-7): H01F1/153
- European: H01F1/153R2B
Application number: WO1999DE03444 19991028
Priority number(s): DE19981049781 19981028

Also published as:
EP1125307 (A1)
EP1125307 (A0)
DE19849781 (A1)

Cited documents:
EP0655753
JP59129405
JP62226603
JP57176704

Report a data error here

Abstract of **WO0025326**

The invention relates to an injection-molded soft-magnetic powder composite material which consists of at least one nanocrystalline, ferromagnetic alloy powder. The alloy is embedded in a plastic material that can be injection-molded so that the alloy powder is distributed in the plastic material in a concentration of from 10 to 70 vol.-%.

Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H01F 1/153

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/25326**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Mai 2000 (04.05.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03444

(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Oktober 1999 (28.10.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 49 781.4 28. Oktober 1998 (28.10.98) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: VACUUMSCHMELZE GMBH [DE/DE]; Grüner Weg 37, D–63450 Hanau (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: BRUNNER, Markus [DE/DE]; Haidstr. 16, D–63856 Bessenbach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: VACUUMSCHMELZE GMBH; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D–80503 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: INJECTION–MOLDED SOFT–MAGNETIC POWDER COMPOSITE MATERIAL AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: SPRITZGEGOSSENER WEICHMAGNETISCHER PULVERVERBUNDWERKSTOFF UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

(57) Abstract

The invention relates to an injection–molded soft–magnetic powder composite material which consists of at least one nanocrystalline, ferromagnetic alloy powder. The alloy is embedded in a plastic material that can be injection–molded so that the alloy powder is distributed in the plastic material in a concentration of from 10 to 70 vol.–%.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff vorgestellt, der aus zumindest einem Legierungspulver aus einer nanokristallinen, ferromagnetischen Legierung besteht. Die Legierung ist in einen spritzgiessfähigen Kunststoff eingebettet, so dass das Legierungspulver in einer Konzentration zwischen 10 und 70 Vol.–% Kunststoff verteilt ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Beschreibung

Spritzgegossener weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft einen spritzgegossenen, weichmagnetischen Pulververbundwerkstoff. Solche weichmagnetischen Pulververbundwerkstoffe als gepreßte Magnetkerne sind seit langer Zeit bekannt und werden insbesondere in induktiven Bauelementen verwendet.

Zum einen sind gepreßte Pulververbundwerkstoffe aus Eisenpulver bekannt. Mit diesen Magnetkernen läßt sich der Permeabilitätsbereich von ca. 10 bis 300 gut abdecken. Die mit diesen Kernen erreichbaren Sättigungsinduktionen liegen bei ca. 1,6 T. Die Anwendungsfrequenzen sind wegen des vergleichsweise niedrigen spezifischen Widerstands und der Partikelgröße der Eisenpartiekel typischerweise unter 50 kHz.

Des Weiteren sind gepreßte Pulververbundkerne aus weichmagnetischen kristallinen Eisen-Aluminium-Silizium-Legierungen bekannt. Mit beiden Pulververbundwerkstoffen sind Permeabilitäten zwischen 20 und 120 bei Sättigungsinduktionen um 1 T zu erreichen. Die Anwendungsfrequenzen reichen wegen des vergleichsweise hohen spezifischen Widerstandes bis weit über 100 kHz.

Eine Spitzenstellung bezüglich der Sättigungsinduktion und der Permeabilität nehmen die Pulververbundwerkstoffe, die auf kristallinen Nickel-Eisen-Legierungen basieren, ein. Hier kann über den Nickelgehalt entweder eine Permeabilität bis in den Bereich von ca. 500 bzw. eine Sättigungsinduktion bis nahe an 1,5 T erreicht werden. Die vergleichsweise geringen Ummagnetisierungsverluste gestatten die Anwendung bei Frequenzen bis über 100 kHz.

Allen bekannten Pulververbundwerkstoffen ist jedoch der Nachteil gemeinsam, daß sich mit den zur Herstellung eingesetzten Presstechnologien nur geometrisch sehr einfache Bauformen realisieren lassen. Im Fall der Eisenpulververbundwerkstoffe sind dies im wesentlichen Ring- bzw. Schalenkerne. Mit den anderen obengenannten Pulververbundwerkstoffen werden nur Ringkerne erzeugt. Weiterhin ist zum Erzielen guter weichmagnetischer Eigenschaften mit Ausnahme der Eisenpulverkerne in der Regel im Anschluß an die Formgebung eine Wärmebehandlung erforderlich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen neuen Pulververbundwerkstoff bereitzustellen, mit dem sich auf einfache, kostengünstige Weise komplexe Bauformen und gleichzeitig gute weichmagnetische Eigenschaften realisieren lassen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen spritzgegossenen, weichmagnetischen Pulververbundwerkstoff gelöst, welcher dadurch gekennzeichnet ist, daß der Pulververbundwerstoff aus zumindest einem Legierungspulver aus einer nanokristallinen, ferromagnetischen Legierung besteht, welche in einem spritzgießfähigen Kunststoff eingebettet ist, und daß das Legierungspulver in einer Konzentration zwischen 10 und 70 Vol-% in dem Kunststoff eingebettet ist.

Durch den Einsatz von nanokristallinen Legierungen können hervorragende weichmagnetische Eigenschaften wie z. B. hohe Permeabilitäten, sehr kleine Koerzitivfeldstärken, sehr kleine Ummagnetisierungsverluste, relativ hohe Sättigungsinduktionen und nahezu Magnetostriktionsfreiheit erreicht werden.

Solche nanokristallinen Legierungen sind beispielsweise aus der EP 0 271 657 A2 sowie aus der EP 0 455 113 A2 bekannt.

Wie aus den beiden letztgenannten Dokumenten hervorgeht, werden diese Legierungen mittels der dort beschriebenen Schmelzspinntechnologie in Form eines dünnen Bandes hergestellt, das

zum Erzielen des nanokristallinen Gefüges einer Wärmebehandlung unterworfen wird.

Ferner werden die magnetischen Eigenschaften des gegossenen Bandes über eine Wärmebehandlung in einem Magnetfeld eingestellt. Die nanokristallinen Bänder sind von Natur aus sehr spröde, so daß sich die Bänder ohne große Mühe sehr leicht zu kleinen Plättchen (Flakes) zerkleinern lassen, ohne daß eine signifikante Schädigung der weichmagnetischen Eigenschaften zu beobachten ist. Durch die Zerkleinerung der nanokristallinen Legierungsbänder erhält man somit ein Legierungspulver bestehend aus Flakes in der ursprünglichen Banddicke, die typischerweise zwischen 10 µm und 30 µm liegt, und einer lateralen Ausdehnung, die im Bereich von vorzugsweise 0,05 bis 2 mm liegt. Kleinere laterale Ausdehnungen beeinträchtigen die Permeabilität negativ. Wird das Legierungspulver noch weiter zerkleinert, kommt es bedingt durch die dann erforderlich werdenden hohen MahlEnergien zu Gefügeschädigungen und zu einem deutlichen Ansteigen der Koerzitivfeldstärke des Pulvers.

Wird das Legierungspulver hingegen schonend zerkleinert, insbesondere schonend gebrochen, so lassen sich Koerzitivfeldstärken erzielen, die nur unwesentlich über denen des nanokristallinen Ausgangsmaterials liegen und somit auf dem Gebiet der Pulververbundkerne als einzigartig zu betrachten sind.

Dadurch kann auch auf eine Wärmebehandlung nach der abschließenden Formgebung zur Herstellung bzw. Wiederherstellung guter weichmagnetischer Eigenschaften verzichtet werden.

Eine hinreichende weitere Voraussetzung für den Einsatz bei hohen Betriebsfrequenzen ist zum einen ein möglichst hoher spezifischer Widerstand der Legierung selbst und zum anderen eine gute Partikelisolation der Einzelflakes zur Unterdrükkung von Volumenwirbelströmen. Aufgrund des hohen Metalloidgehaltes nanokristalliner Legierungen liegt naturgemäß ein

hoher spezifischer Widerstand vor, so daß ein Einsatz bei hohen Betriebsfrequenzen leicht ermöglicht ist.

Zur Unterdrückung von Volumenwirbelströmen werden die Flakes typischerweise jedoch einer Oberflächenbeschichtung unterzogen. Als besonders geeignet für die Oberflächenbeschichtung hat sich zum einen eine Oberflächenoxidation der Flakes ergeben, zum anderen auch eine Beschichtung mit Siliziumoxid-haltigen Polymeren, sogenannten Silanen, bzw. daraus hergestellten Silanolen. Hervorragende Ergebnisse bringen insbesondere eine Kombination aus einer Oberflächenoxidation der Flakes und einer darauf sich anschließenden Beschichtung mit einem Silan.

Das so behandelte Legierungspulver wird dann spritzgegossen. Der zum Spritzgießen erforderliche Kunststoff wird dabei mit dem behandelten Legierungspulver verknetet und die entstehende Mischung wird daraufhin mit den üblichen Spritzgießmaschinen spritzgegossen.

Gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren dient hier der Kunststoff nicht nur vorübergehend als Binder, welcher im Anschluß an den Spritzgießvorgang in der Regel durch einen Sinterprozeß wieder entfernt wird, um den Pressling weiter zu verdichten, sondern als elektrischer Isolator.

Bei der Herstellung von Formteilen aus Legierungspulvern nanokristalliner Legierungen zeigt es sich, daß mit den beim Werkzeugpressen üblicherweise eingesetzten Verfahrensparametern von Druck und Temperatur im Werkzeug bedingt durch die sehr geringe Duktilität der nanokristallinen Legierungen in der Regel lediglich Packungsdichten um ca. 65 Vol-% an magnetischem Material zu erreichen sind. Höhere Packungsdichten werden erst bei Drücken oberhalb 15 t/cm^2 und Temperaturen um 500°C erreicht.

Fällgrade in dieser Größenordnung lassen sich jedoch auch problemlos mit dem hier vorgeschlagenen Verfahren des Spritzgießens erreichen, so daß durch den Einsatz dieses Verfahrens keine anwendungstechnischen Nachteile in Kauf genommen werden müssen.

Der Kunststoff verbleibt nach dem Spritzgießen im Formteil und übernimmt die Funktion eines Binders. Die Auswahl des zu verwendenden Kunststoff richtet sich zum einen nach den Erfordernissen des Spritzgußprozesses und zum anderen nach den Eigenschaften des zu erzielenden Formteils.

Wünschenswert ist eine geringe Viskosität der Schmelze sowie gute Eigenschaften des Formteils gegenüber Dauergebrauchstemperaturen sowie eine große Festigkeit bei erhöhter Temperatur.

Für den Einsatz haben sich insbesondere Polyamide sowie sogenannte flüssigkristalline Kunststoffe ausgezeichnet. Bei extremen Anforderungen an die Wärmestandfestigkeit kann der Einsatz entsprechender Hochtemperaturthermoplaste wie z. B. Polyphenylensulfid erwogen werden.

Nach dem beschriebenen Verfahren wurden unter Verwendung einer nanokristallinen Legierung $Fe_{73,5}Cu_1Nb_3Si_{15,5}B_7$ und einem Polyamid als Binder spritzgegossene weichmagnetische Magnetkerne hergestellt, die eine Sättigungsinduktion von ungefähr 0,7 T, Permeabilitäten μ zwischen 10 - 100 sowie Ummagnetisierungsverluste von ungefähr 60 W/kg bei einer Frequenz von 100 kHz und einer Induktion von 0,1 T aufweisen.

Dabei wurde ein nanokristallines Band mit der obengenannten Zusammensetzung mittels der bekannten Schmelzspinntechnologie gegossen und anschließend einer Wärmebehandlung unter Wasserstoffatmosphäre zur Einstellung des nanokristallinen Gefüges unterzogen. Anschließend wurde das wärmebehandelte Legierungsband zu Flakes zermahlen, die eine Dicke von ungefähr 20

µm sowie eine laterale Partikelausdehnung von ungefähr 1,5 mm aufwiesen. Die so hergestellten Flakes wurden bei einer Temperatur zwischen 400°C und 540°C während einer Dauer von zwei Stunden oxidiert.

Nach der Oxidation wurden die Flakes mit einem Silan beschichtet, die entstandene Silanbeschichtung wurde bei einer Temperatur zwischen 80 und 200°C während einer Zeit von ungefähr 1 Stunde eingebrannt. Alternativ zur Silanbeschichtung können auch weitere schichtbildende organische Lacksysteme verwendet werden. Voraussetzung ist lediglich, daß das Harz bei dem für das Spritzgießen erforderlichen Temperaturen eine ausreichende thermische Stabilität aufweist.

In diesem Sinne kann somit der Einsatz von löslichem Polyimidharzen oder von Silanharzen erwogen werden. Durch diese zusätzliche Oberflächenbeschichtung sind weitere Verbesserungen der Ummagnetisierungsverluste erreichbar. Die so behandelten Flakes wurden anschließend mit einem Polyamid geknetet (compoundiert) und schließlich spritzgegossen.

Bei den aufgezeigten Verfahren ist darauf zu achten, daß die eingesetzten Silane kompatibel für den Spritzguß erforderlichen Kunststoffen sind. Bei der Verwendung von Polyamiden als Kunststoff sollten beispielsweise Aminosilane verwendet werden, bei der Verwendung von Polyphenylensulfid sollte beispielsweise ein Glycidylsilan verwendet werden.

Patentansprüche

1. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff,
dadurch gekennzeichnet,
- daß der Pulververbundwerkstoff aus zumindest einem Legierungspulver aus einer nanokristallinen ferromagnetischen Legierung besteht, welches in einem spritzgießfähigen Kunststoff eingebettet ist, und
- daß das Legierungspulver in einer Konzentration zwischen 10 und 70 Vol-% in dem Kunststoff verteilt ist.

2. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Legierungspulver eine durchschnittliche Partikelgröße von 0,05 bis 2 mm aufweist.

3. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Pulververbundwerkstoff eine Sättigungsmagnetisierung $B_S > 0,5$ T und eine Permeabilität $10 \leq \mu \leq 200$ aufweist.

4. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff,
dadurch gekennzeichnet,
daß die nanokristalline, ferromagnetische Legierung eine Zusammensetzung aufweist, die im wesentlichen aus der Formel

$$(Fe_{1-a}M_a)_{100-x-y-z-\alpha}Cu_xSi_yB_zM'_\alpha$$

wobei M Co und/oder Ni ist; M' mindestens eines der Elemente Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti und Mo; a, x, y, z und α jeweils die Bedingung $0 \leq a \leq 0,5$, $0,1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 25$, $5 \leq y + z \leq 30$ und $0,1 \leq \alpha \leq 30$ erfüllen; und wobei mindestens 50% der Legierungsstruktur von feinen kristallinen Teilchen

mit einer mittleren Teilchengröße von 100 nm oder weniger eingenommen wird.

5. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff,
dadurch gekennzeichnet,
daß die nanokristalline, ferromagnetische Legierung eine Zusammensetzung aufweist, die im wesentlichen aus der Formel

$$(Fe_{1-a}M_a)_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}Cu_xSi_yB_zM'_\alpha M''_\beta X_\gamma$$

wobei M, Co und/oder Ni ist; M' mindestens eines der Elemente Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti und Mo; M'' mindestens eines der Elemente V, Cr, Mn, Al, ein Element der Platingruppe, Sc, Y, eine seltene Erde, Au, Zn, Sn und/oder Re; X mindestens eines der Elemente C, Ge, P, Ga, Sb, In, Bi, und As; a, x, y, z, α, β und γ jeweils die Bedingung $0 \leq a \leq 0{,}5$, $0{,}1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 25$, $5 \leq y + z \leq 30$, $0{,}1 \leq \alpha \leq 30$, $\beta \leq 10$ und $\gamma \leq 10$ erfüllen; und wobei mindestens 50% der Legierungsstruktur feine kristalline Teilchen mit einer mittleren Teilchengröße von 100 nm oder weniger sind.

6. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff,
dadurch gekennzeichnet,
daß die nanokristalline ferromagnetische Legierung eine Zusammensetzung aufweist die im wesentlichen aus der Formel

$$(Fe_{1-a}M_a)_bB_xM'_yM''_z$$

wobei M, Co und/oder Ni ist; M' mindestens eines der Elemente Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo und W, wobei Zr und/oder Hf immer enthalten sind, bedeutet; M'' mindestens eines der Elemente Cu, Ag, Au, Pd und Pt, bedeutet; a, b, x, y und z jeweils die Bedingung $0 \leq a \leq 0{,}05$, $0 \leq b \leq 93$, $0{,}5 \leq x \leq 16$, $4 \leq y \leq 10$, $0 \leq z \leq 4{,}5$.

7. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff, nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Kunststoff ein Polyamid vorgesehen ist.

8. Spritzgegossener, weichmagnetischer Pulververbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Kunststoff ein Polyphenylsulfid vorgesehen ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines spritzgegossenen, weichmagnetischen Pulververbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit folgenden Schritten:

- Herstellen eines Legierungspulvers aus einer nanokristallinen, ferromagnetischen Legierung;
- Kneten des Legierungspulvers mit wenigstens einem organischen Bindemittel;
- Spritzgießen der entstandenen Mischung.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß man das Legierungspulver durch Zerkleinern eines in Schmelzspinntechnologie hergestellten dünnen Legierungsbandes herstellt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 der 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Legierungsband vor der Zerkleinerung wärmebehandelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Legierungspulver oberflächenoxidiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Legierungspulver bei einer Temperatur 400°C < T < 540°C für eine Zeit 0,1 ht < 5 h oberflächenoxidiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß das oberflächenoxidierte Legierungspulver mit einer Silanbeschichtung versehen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Silanbeschichtung bei einer Temperatur 80°C ≤ T' ≤ 200°C für eine Zeit 0,1 h ≤ t' < 3 h eingebrannt wird.

16. Verwendung eines Pulververbundwerkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung induktiver Bauelemente.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No
PCT/DE 99/03444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01F1/153

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 655 753 A (HITACHI METALS LTD) 31 May 1995 (1995-05-31) page 3, line 55 -page 4, line 49 page 6, line 27 - line 32; claims 1-4	1,2,4-6, 9-11,16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 256 (E-280), 22 November 1984 (1984-11-22) & JP 59 129405 A (KIJIMA MUSEN KK), 25 July 1984 (1984-07-25) abstract	1,16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 094 (E-593), 26 March 1988 (1988-03-26) & JP 62 226603 A (HITACHI METALS LTD), 5 October 1987 (1987-10-05) abstract	1,3, 9-12,16

-/—

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
7 March 2000	13/03/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Decanniere, L

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 017 (E-154), 22 January 1983 (1983-01-22) & JP 57 176704 A (FUJITSU KK), 30 October 1982 (1982-10-30) abstract	1,9,10, 14-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. nal Application No
PCT/DE 99/03444

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0655753 A	31-05-1995	JP 7153628 A	16-06-1995
		CN 1119366 A	27-03-1996
		DE 69420817 D	28-10-1999
		US 5635828 A	03-06-1997
JP 59129405 A	25-07-1984	NONE	
JP 62226603 A	05-10-1987	NONE	
JP 57176704 A	30-10-1982	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter...nales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03444

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01F1/153

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 655 753 A (HITACHI METALS LTD) 31. Mai 1995 (1995-05-31) Seite 3, Zeile 55 -Seite 4, Zeile 49 Seite 6, Zeile 27 - Zeile 32; Ansprüche 1-4	1,2,4-6, 9-11,16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 256 (E-280), 22. November 1984 (1984-11-22) & JP 59 129405 A (KIJIMA MUSEN KK), 25. Juli 1984 (1984-07-25) Zusammenfassung	1,16

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
7. März 2000	13/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Decanniere, L

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03444

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 094 (E-593), 26. März 1988 (1988-03-26) & JP 62 226603 A (HITACHI METALS LTD), 5. Oktober 1987 (1987-10-05) Zusammenfassung ---	1,3, 9-12,16
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 017 (E-154), 22. Januar 1983 (1983-01-22) & JP 57 176704 A (FUJITSU KK), 30. Oktober 1982 (1982-10-30) Zusammenfassung ---	1,9,10, 14-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inten .nales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03444

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0655753 A	31-05-1995	JP 7153628 A	16-06-1995
		CN 1119366 A	27-03-1996
		DE 69420817 D	28-10-1999
		US 5635828 A	03-06-1997
JP 59129405 A	25-07-1984	KEINE	
JP 62226603 A	05-10-1987	KEINE	
JP 57176704 A	30-10-1982	KEINE	